

Original document

## Device comprising high-temperature fuel cells.

Publication number: EP0580918 (A1)

Publication date: 1994-02-02

Inventor(s): DIETHELM ROLAND [CH]; KRUSCHWITZ ROMAN [CH]

Applicant(s): SULZER AG [CH]

Classification:


- international: H01M8/04; H01M8/24; H01M8/04; H01M8/24; (IPC1-7): H01M8/24; H01M8/04; H01M8/12

- European: H01M8/04B2; H01M8/24B2H; H01M8/24D2


Application number: EP19920810572 19920727


Priority number (s): EP19920810572 19920727


Also published as:


 EP0580918 (B1)


Cited documents:

 US3377203 (A)

 EP0355420 (A1)

 WO8606762 (A1)

 EP0450336 (A2)

 EP0377151 (A1)

[more >>](#)

[View INPADOC patent family](#)

[View list of citing documents](#)

[View document in the European Register](#) 

### Abstract of EP 0580918 (A1)

The device comprising high-temperature fuel cells (10) consists of a stack (1) of cells which is essentially symmetrical about the centre, and of a heat insulating casing (2). A reheating space (15) is located between the cylindrical surface of the stack of cells and the casing. The air supply lines (12) of the fuel cells are arranged on the cylindrical surface of the stack. According to the invention, in addition to its heat insulating function, the casing takes over the role of an external recuperator. Instead of the air which is required for the process initially being heated in a separate, external recuperator, the air is used as a heat sink, in that the heat flowing out of the stack of cells is at least partially trapped in the casing and is supplied to the reaction location again. The casing has a multilayer construction and has a channel system (31-37) for the air flow.; A first cavity (31-32), in which the casing is cooled by air (50), is located between an outer wall (20), which forms a first layer of the casing, and the inner parts (21-26) of the casing. The channel system (33-37) which is connected to the first cavity is provided for further heating of the air.



The EPO does not accept any responsibility for the accuracy of data and information originating from other authorities than the EPO; in particular, the EPO does not guarantee that they are complete, up-to-date or fit for specific purposes. Description of **EP 0580918 (A1)**

[Translate this text](#)



Description of EP0580918	Print	Copy	Contact Us	Close
--------------------------	-------	------	------------	-------

Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

The invention relates to an apparatus in accordance with preamble of Claim 1. The cell pile of this apparatus forms a battery of solid electrolyte fuel cells, which are in series peeled. The central-symmetrical fuel cell is from the EP-A-0 437,175 (= P.6325) known. The process taking place in the disk shaped electrochemical active elements, which supplies the electrical energy of the gas cell battery, runs off with temperatures between approximately 850 and 900 DEG C. The lower temperature is present at the periphery of the electrochemical active elements, the higher in the center. The gaseous fuel becomes axial supplied. The air fed at the periphery of the cells, which before in an heat exchanger by means of the hot exhaust gas heated is, arrives first by a radial Spaltraum into the cell center, before she comes with the electrochemical active elements into contact. It is provided, the gas, which is more useful to approximately 85% with the currentsupplying process in the maximum, in an afterburning area at the cylindrical surface of the cell pile by means of the air, which withdraws parallel with the gas from the fuel cells, complete to burn. Concerning the mentioned operating temperatures of 850/900 DEG C it is to be expected that the development will lead electrochemical active elements to a decrease of this temperature on around the 700 DEG C.

Other details, the heat balance of the gas cell battery respective, are in the EP-A-0 473,540 (= P.6380) described. In particular there distinguished becomes between an external and an internal recuperator. The external recuperator is the mentioned above waste-gas heat exchanger. The internal recuperator consists of a plate shaped temperature equalizing body and heat exchange elements at the periphery of the fuel cell. Owing to this internal recuperator are the temperature gradients arising in the cell favourable-proves substantial smaller as with other known fuel cells.

Since the currentsupplying process of the apparatus according to invention runs off only with high temperatures, a warm sheath is necessary, which limits the heat loss so far that the high process temperature is at all realizable. It is object of the invention to create a sheath with which using little warm material as small an heat loss as possible adjusts itself. This object becomes dissolved by the characterizing features of the first claim. Particular embodiments of the apparatus according to invention are characterized by the dependent claims.

Instead of the air required for the process becomes first before-heated in an external recuperator, the air becomes used with the apparatus according to invention as heat sink, as the warm one in the sheath, flowing away from the cell pile, becomes at least partly caught and again the reaction place returned. The sheath takes over thereby apart from its warm function the role of the external recuperator.

Subsequent one becomes the invention on the basis designs explained. Show:

- Fig. 1 an apparatus according to invention with partly cut open sheath,
- Fig. 2 a side view of the apparatus according to invention with a cutout of the longitudinal section,
- Fig. 3 a ausschnittsweise cross section shown,
- Fig. 4 a representation as in Fig.2 with a second embodiment of the sheath and
- Fig. 5 a third embodiment.

The multilayer formed sheath 2 of the stack 1 with the fuel cells 10 in the figs 1, 2 and 3 exhibits the subsequent components: an outside covering wall 20 (= outer layer) with an outer surface 20a, a bottom plate 20b and a top surface 20c; an air supply connecting piece 30 for the air 50; a first piece of coat of 21 and a second piece of coat of 22 from a warm material; a Verdrängerkörper 23 in the trigger 13 of the exhaust gas 60; a warm surface 24 of a waste-gas heat exchanger 24 ' and an heating surface 25 of an afterburning area 15, which is both surfaces of 24 and 25 sections of an axial tube. Soil isolation 26, which consists of two parts 26a and 26b, is to be seen in Fig.2.

The supply place 11 for the gas 40 is in the center of the bottom plate 20b. The channel system of the sheath 2 for the air consists of the subsequent compartments: an annular gap channel 31, which forms a first cavity between the outer layer 20 and the inner covering parts together with the radial Spaltraum 32; an annular gap channel 33, which is the air space of the waste-gas heat exchanger 24 ' ; a second radial Spaltraum 34, by which the air becomes again against outer the gap 35 between the two pieces of coat 21 and 22 passed; radial air passages 36 of the piece of coat of 22, which make the uniformly distributed compound between the gap 35 and the axial, along the heating surface 25 disposed channels 37. The channels 37 are above lateral by the radial wall 24a and by the lamellas or ribs 25a limited.

The first piece of coat of 21 and the soil isolation 26 form together an essentially air-impermeable second layer of the sheath 2. The air supply connecting piece 30 at the outside covering wall 20 and the transition points of the first cavity 31, 32 to the inner channel system 33-37 are kind of such disposed that the supplied air 50 works as heat sink for the radial outward flowing warm one. In this way intercepted warm one becomes again back the cell pile 1 transported.

2 counter-current heat exchangers integrated with the trigger 13 for the hot exhaust gases the 60 into the sheath 24 ', by means of which waste heat to the air preheated in the first cavity 31, 32 transfered becomes, is part of the external recuperator. The piece of coat of 22 with the radial channels 36 as well as the heating surface 25, at the one other heating of the air made, are to be ranked also among the external recuperator. The apparatus according to invention should be kind of such designed that the warm ones set free in the afterburning area 15 with the combustion by the heating surface 25 to the air in the channels 37 (over heat conduction) and to the piece of coat of 22 (over thermal radiation) discharged it becomes essentially. By the combustion it is not to come at the cylindrical pile surface owing to the radial temperature heat sink to an increase in temperature over the mentioned above approximately 850 DEG C.

The waste-gas heat exchanger 24 ' can be - as in Fig.1 or Fig.2 shown - simple from two ringraumförmigen channels 33 and 16, who are 24 separate by the warm tubular piece, constructed. The channel becomes 16 23 limited for the hot exhaust gas 60 on the inside by the Verdrängerkörper. The waste-gas heat exchanger 24 ' can be also different formed, for example like it in Fig.4 or Fig.5 indicated is: The trigger 13 is a tube with small diameter and without Verdrängerkörper 23. For surface enlargement represented ribs on the interior and also cannot be on the outside of the tube 13 provided.

So that to all fuel cells 10 of the stack 1 same operating conditions apply, the air stepping by the radial channels 36 must everywhere with same temperature of the heating surface 25 inflows. This requirement can be fulfilled, if the gap 35 between the two pieces of coat of 21 and 22 the temperature field in the sheath 2 becomes corresponding kind of such disposed that the temperature of the air, which becomes the gap 35 supplied is essentially equally large as the average temperature of the sheath 2 at the gap 35. Since a radial heat flow in the sheath 2 prevails, the temperature at the surface of the piece of coat of 22 approximately 10 K located at the gap 35 is larger as the air temperature, while the opposite surface of the piece of coat of 21 exhibits a corresponding deeper temperature. With this arrangement of the gap the temperature of the air with the transport to the single channels 36 of the piece of coat of 22 and thus the air does not occur itself 35 changed everywhere with same temperature these channels 36.

The radial air passages with for example circular cross section, which exhibit all with advantage the same diameter, are in axial series 36 ' (see Fig.4) disposed. Also the air supply pipes 12 (Fig.3), which the compound between the axial channels 37 and the fuel cells manufacture, are likewise in axial series aligned, whereby these series are offset disposed opposite the series 36 ' so that the series 36 ' on side of the axial channel 37 and the series of the air supply pipes 12 on the other side of the same channel 37 disposed are. Thus a maximum residence time of the air at the heating surface 25 results. Each air passage 36 the air supply pipes 12 in each case a group of fuel cells are 10 associated. The number of the cells per group is equally large in each case, for example 5.

The temperature of the air, which becomes 10 supplied over the lines 12 the fuel cells, is more controllable into limited measures, if the second piece of coat becomes 22 rotatable formed. By rotation of the radial channels 36 against the associated air supply pipes 12 the residence time of the air in the axial channel 37 and thus the Wärmeaufnahme reduced can become. For example the soil isolation 26 can become two-piece with around the pile axle rotatable formed part 26a performed, whereby this part 26a with the second piece of coat of 22 is to be located in fixed connection. The piece of coat of 22 is to stand thereby with the radial wall 24a only in affecting contact, so that a rotating motion is possible opposite this stationary wall. The rotating motion can for example with a friction role 27 and a drive 28, which are performed at the underside of the soil isolation 26a disposed (see Fig.2), become.

The warm parts (21, 22, 26) of the sheath become made with advantage on a type known from the building of furnaces from a ceramic mass. The outer layer 20 of the sheath can become with additional warm layers 201, 202 and 203 (see Fig.4) provided, which are the corresponding temperature of the warming up air various thick formed. The first cavity 31, 32 can become by inclusion of a radial Spalträums 31a with the bottom plate 20b extended. In this case the air supply connecting piece 30 is in the central portion of the covering soil. As in Fig.5 shown is, the annular gap channel knows 31 with a

cylindrical wall 20a into two prallele compartments 31c and 31d divided becomes. The air 50 becomes above over an annular distribution channel 31b the compartment 31c supplied; it crosses down into the second compartment 31d. With this division of the outside covering cavity an improved shield of the radial heat flow results. Also with the embodiment in accordance with Fig.5 an additional Spaltraum can become 31a as with that in accordance with Fig.4 provided. In this case a second, as air supply disposed in Fig.4 at the bottom plate 20b is 30 necessary.

With the description of the apparatus according to invention for the sake of simplicity for example spoken is from bottom plate or soil isolation. Actual one can this apparatus be oriented however relative to the gravity field arbitrary. So also for example the axis of the apparatus can be horizontal directed or the bottom plate 20b can, the trigger 13 down lie above.

In order to illustrate the impact of the apparatus according to invention regarding the thermal insulation with their sheath, the subsequent thermal ratios for an example become described, which concerns an attempt device:

The stack 1 covers 40 cells and exhibits an height of 40 cms. The sheath is constructed in accordance with Fig.1. The electrochemical active element of the fuel cell 10 with a diameter of 12 cms a generated electric current of 30 A with a voltage of 0.5 V; thus the electric power generated by the whole battery amounts to 600 W (all numbers are rounded). Hydrogen becomes with a mass flow of 0.02 g/s as fuel 40 used. For the air 50 a mass flow of 2 g/s required becomes. Only the half of the fuel becomes used with the electrochemical process. The exhaust gas 60 withdraws with the trigger 13 with a temperature of 500 DEG C. The efficiency concerning the electric power amounts to 20%.

When flowing through the outside covering cavity 31, 32 heated itself the air 50 of the ambient temperature on 100 DEG C. In the waste-gas heat exchanger the temperature of the air increases by 300 K, so that the inlet temperature amounts to with the radial channels 36 of the piece of coat 22,400 DEG C. With the transport by these channels 36 increased itself the temperature around other 100 K. Then the air becomes heated by the heating surface 25, whose temperature is 800 DEG C, on 700 DEG C, and with this temperature the air finally occurs by the supply pipes 12 the fuel cells. The air experienced an heating, which corresponds to an heating power of 1500 W with the passage by the sheath. By the waste-gas heat exchanger 24 ' are thereby approximately 600 W applied; thus the remaining channel system of the sheath contributes 2 to the heating 900 W. With this amount the amounts of heat are given, which become returned per second by the air from the sheath the fuel cells. Those the exhaust stream corresponding thermal output amounts to approximately 1200 W; equally large is thereby the heat loss by the covering surface. As the outside covering wall will provide 20 with thermal barrier coatings (in accordance with Fig.4), the heat loss can become other - for example on 500 W - reduced. Regarding the commercial use of the fuel cells the efficiency on 50% increased can become, if beside various improvements it is ensured that 85% of the fuel gas for the currentsupplying process and only 15% for the post combustion used become. In this case for example a thermal exhaust achievement of 900 W and an heat loss of 600 W oppose an electric power of 1500 W.



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 580 918 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 92810572.5

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **H01M 8/24**, **H01M 8/04**,  
**H01M 8/12**

22 Anmeldetag: 27.07.92

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
02.02.94 Patentblatt 94/05

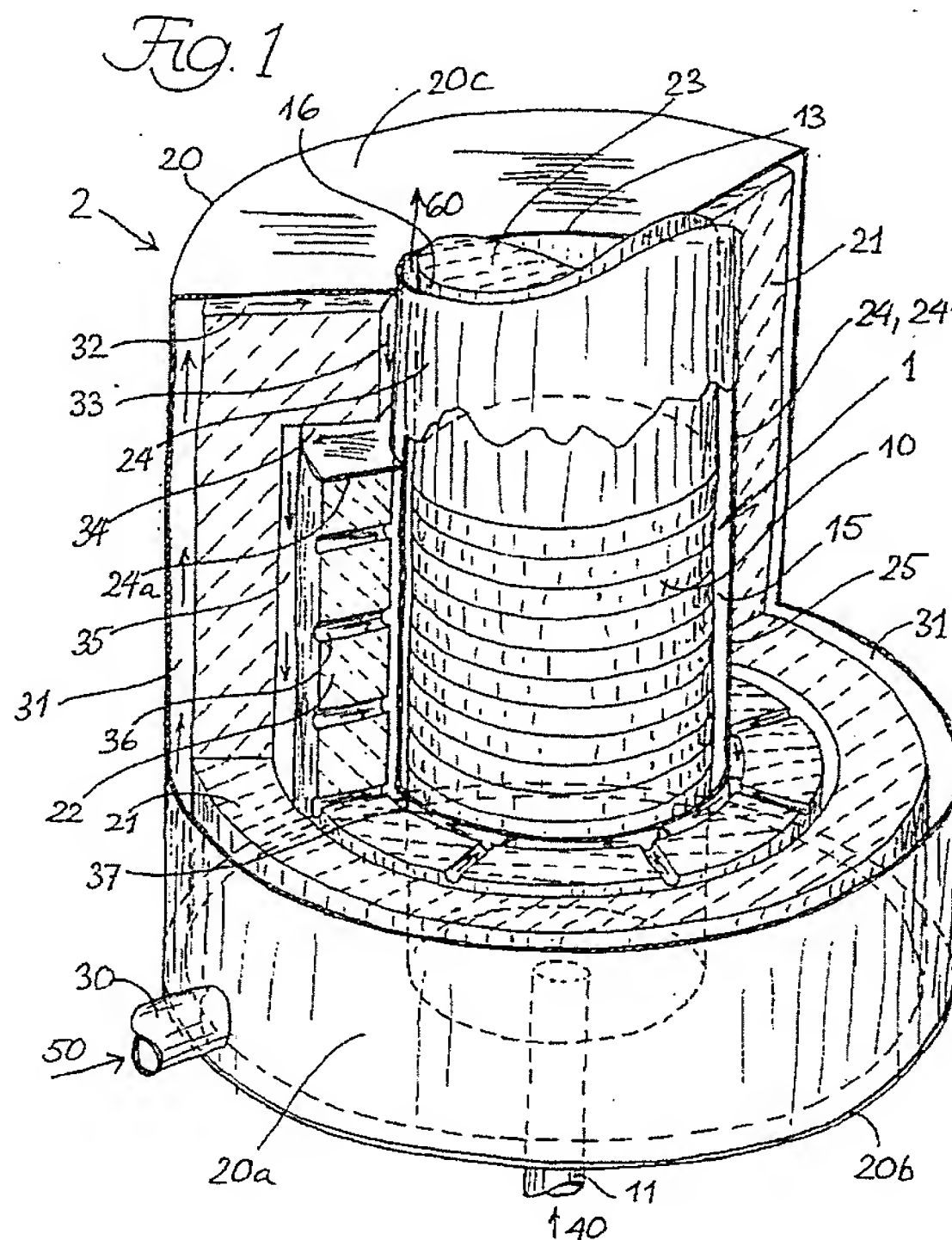
64 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU MC  
NL PT SE**

71 Anmelder: **GEBRÜDER SULZER  
AKTIENGESELLSCHAFT  
Zürcherstrasse 12  
CH-8400 Winterthur(CH)**

72 Erfinder: **Diethelm, Roland  
Im Rossacher 2  
CH-8494 Bauma(CH)  
Erfinder: Kruschwitz, Roman  
Schlatterstrasse 4  
CH-8332 Russikon(CH)**

54 **Vorrichtung mit Hochtemperatur-Brennstoffzellen.**

57 Die Vorrichtung mit Hochtemperatur-Brennstoffzellen (10) besteht aus einem im wesentlichen zentralsymmetrischen Zellenstapel (1) und einer wärmedämmenden Hülle (2). Ein Nachverbrennungsraum (15) liegt zwischen der zylindrischen Oberfläche des Zellenstapels und der Hülle. An der zylindrischen Oberfläche des Stapels sind die Luftzufuhrleitungen (12) der Brennstoffzellen angeordnet. Erfindungsgemäss übernimmt die Hülle neben ihrer wärmedämmenden Funktion die Rolle eines externen Rekuperators. Statt dass die für den Prozess benötigte Luft zuerst in einem separaten externen Rekuperator vorerhitzt wird, wird die Luft als Wärmesenke verwendet, indem die aus dem Zellenstapel wegfließende Wärme in der Hülle zumindest teilweise aufgefangen und wieder zum Reaktionsort zurückgeführt wird. Die Hülle ist mehrschichtig ausgebildet und weist ein Kanalsystem (31-37) für den Luftstrom auf. Zwischen einer äusseren Wand (20), die eine erste Schicht der Hülle bildet, und den inneren Teilen (21-26) der Hülle liegt ein erster Hohlraum (31, 32), in welchem eine Kühlung der Hülle durch Luft (50) erfolgt. Das dem ersten Hohlraum anschliessende Kanalsystem (33-37) ist für eine weitere Erwärmung der Luft vorgesehen.



EP 0 580 918 A1



Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung gemäss Oberbegriff von Anspruch 1. Der Zellenstapel dieser Vorrichtung bildet eine Batterie von Feststoffelektrolyt-Brennstoffzellen, die in Serie geschaltet sind. Die zentralsymmetrische Brennstoffzelle ist aus der EP-A-0 437 175 (= P.6325) bekannt. Der in den scheibenförmigen elektrochemisch aktiven Elementen stattfindende Prozess, der die elektrische Energie der Brennstoffzellenbatterie liefert, läuft bei Temperaturen zwischen rund 850 und 900 °C ab. Die niedrigere Temperatur liegt an der Peripherie der elektrochemisch aktiven Elemente vor, die höhere im Zentrum. Der gasförmige Brennstoff wird axial zugeführt. Die an der Peripherie der Zellen eingespeiste Luft, die zuvor in einem Wärmetauscher mittels des heissen Abgases erhitzt worden ist, gelangt zunächst durch einen radialen Spaltraum in die Zellenmitte, bevor sie mit den elektrochemisch aktiven Elementen in Kontakt kommt. Es ist vorgesehen, das Gas, das beim stromliefernden Prozess im Maximum zu etwa 85% nutzbar ist, in einem Nachverbrennungsraum an der zylindrischen Oberfläche des Zellenstapels mittels der Luft, die parallel mit dem Gas aus den Brennstoffzellen austritt, vollständig zu verbrennen. Bezüglich den erwähnten Betriebstemperaturen von 850/900 °C ist zu erwarten, dass die Weiterentwicklung der elektrochemisch aktiven Elementen zu einer Erniedrigung dieser Temperatur auf um die 700 °C führen wird.

Weitere Details, den Wärmehaushalt der Brennstoffzellen-Batterie betreffend, sind in der EP-A-0 473 540 (= P.6380) beschrieben. Insbesondere wird dort zwischen einem externen und einem internen Rekuperator unterschieden. Der externe Rekuperator ist der oben erwähnte Abgaswärmetauscher. Der interne Rekuperator besteht aus einem plattenförmigen Temperatenausgleichskörper und Wärmetauscherelementen an der Peripherie der Brennstoffzelle. Dank dieses internen Rekuperators sind die in der Zelle auftretenden Temperaturgradienten vorteilhafterweise wesentlich kleiner als bei anderen bekannten Brennstoffzellen.

Da der stromliefernde Prozess der erfindungsgemässen Vorrichtung nur bei hohen Temperaturen abläuft, ist eine wärmedämmende Hülle notwendig, die den Wärmeverlust so weit einschränkt, dass die hohe Prozesstemperatur überhaupt realisierbar ist. Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Hülle zu schaffen, bei der sich unter Verwendung von wenig wärmedämmendem Material ein möglichst geringer Wärmeverlust einstellt. Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des ersten Anspruchs gelöst. Besondere Ausführungsformen der erfindungsgemässen Vorrichtung sind durch die abhängigen Ansprüche gekennzeichnet.

Statt dass die für den Prozess benötigte Luft zuerst in einem externen Rekuperator vorerhitzt

wird, wird die Luft bei der erfindungsgemässen Vorrichtung als Wärmesenke verwendet, indem die aus dem Zellenstapel wegfliessende Wärme in der Hülle zumindest teilweise aufgefangen und wieder zum Reaktionsort zurückgeführt wird. Die Hülle übernimmt dabei neben ihrer wärmedämmenden Funktion die Rolle des externen Rekuperators.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine erfindungsgemässe Vorrichtung mit teilweise aufgeschnittener Hülle,
- Fig. 2 eine Seitenansicht der erfindungsgemässen Vorrichtung mit einem Ausschnitt des Längsschnitts,
- Fig. 3 einen ausschnittsweise gezeigten Querschnitt,
- Fig. 4 eine Darstellung wie in Fig.2 mit einer zweiten Ausführungsform der Hülle und
- Fig. 5 eine dritte Ausführungsform.

Die mehrschichtig ausgebildete Hülle 2 des Stapels 1 mit den Brennstoffzellen 10 in den Figuren 1, 2 und 3 weist folgende Bestandteile auf: eine äussere Hüllenwand 20 (= äussere Schicht) mit einer Mantelfläche 20a, einer Bodenplatte 20b und einer Deckfläche 20c; einen Luftzufuhrstutzen 30 für die Luft 50; ein erstes Mantelstück 21 und ein zweites Mantelstück 22 aus einem wärmedämmenden Material; einen Verdrängerkörper 23 im Abzug 13 des Abgases 60; eine wärmeübertragende Fläche 24 eines Abgaswärmetauschers 24' und eine Heizfläche 25 eines Nachverbrennungsraums 15, welche beiden Flächen 24 und 25 Teilstücke eines axialen Rohres sind. Eine Bodenisolation 26, die sich aus zwei Teilen 26a und 26b zusammensetzt, ist in Fig.2 zu sehen.

Die Zufuhrstelle 11 für das Gas 40 befindet sich im Zentrum der Bodenplatte 20b. Das Kanalsystem der Hülle 2 für die Luft besteht aus folgenden Teilräumen: einem Ringspaltkanal 31, der zusammen mit dem radialen Spaltraum 32 einen ersten Hohlraum zwischen der äusseren Schicht 20 und den inneren Hüllenteilen bildet; einem Ringspaltkanal 33, welcher der Luftraum des Abgaswärmetauschers 24' ist; einem zweiten radialen Spaltraum 34, durch den die Luft wieder gegen aussen zum Spalt 35 zwischen den beiden Mantelstücken 21 und 22 geleitet wird; radiale Luftkanäle 36 des Mantelstücks 22, die gleichmässig verteilt die Verbindung zwischen dem Spalt 35 und den axialen, entlang der Heizfläche 25 angeordneten Kanälen 37 herstellen. Die Kanäle 37 sind oben durch die radiale Wand 24a und seitlich durch die Lamellen oder Rippen 25a begrenzt.

Das erste Mantelstück 21 und die Bodenisolation 26 bilden zusammen eine im wesentlichen luftundurchlässige zweite Schicht der Hülle 2. Der Luftzufuhrstutzen 30 an der äusseren Hüllenwand

20 und die Übergangsstellen vom ersten Hohlraum 31, 32 zum inneren Kanalsystem 33-37 sind solcherart angeordnet, dass die zugeführte Luft 50 als Wärmesenke für die radial nach aussen fliessende Wärme wirkt. Die auf diese Weise abgefangene Wärme wird wieder zurück zum Zellenstapel 1 transportiert.

Der beim Abzug 13 für die heissen Abgase 60 in die Hülle 2 integrierte Gegenstrom-Wärmetauscher 24', mittels welchem Abwärme an die im ersten Hohlraum 31, 32 vorgewärmte Luft übertragen wird, ist Teil des externen Rekuperators. Das Mantelstück 22 mit den radialen Kanälen 36 sowie die Heizfläche 25, an der eine weitere Erhitzung der Luft erfolgt, sind auch zum externen Rekuperator zu zählen. Die erfindungsgemässe Vorrichtung soll solcherart ausgelegt sein, dass im wesentlichen die im Nachverbrennungsraum 15 bei der Verbrennung freigesetzte Wärme durch die Heizfläche 25 an die Luft in den Kanälen 37 (über Wärmeleitung) und an das Mantelstück 22 (über Wärmestrahlung) abgegeben wird. Durch die Verbrennung soll es an der zylindrischen Stapeloberfläche dank der radialen Wärmeabführung nicht zu einer Erhöhung der Temperatur über die oben erwähnten rund 850 °C kommen.

Der Abgaswärmetauscher 24' kann - wie in Fig.1 oder Fig.2 dargestellt - einfach aus zwei ringraumförmigen Kanälen 33 und 16, die durch das wärmeübertragende Rohrstück 24 getrennt sind, aufgebaut sein. Dabei wird der Kanal 16 für das heisse Abgas 60 auf der Innenseite durch den Verdrängerkörper 23 begrenzt. Der Abgaswärmetauscher 24' kann auch anders ausgebildet sein, beispielsweise wie es in Fig.4 oder Fig.5 angedeutet ist: Der Abzug 13 ist ein Rohr mit kleinem Durchmesser und ohne Verdrängerkörper 23. Zur Oberflächenvergrösserung können nicht dargestellte Rippen auf der Innen- und auch auf der Aussen-seite des Rohres 13 vorgesehen sein.

Damit für alle Brennstoffzellen 10 des Stapels 1 gleiche Betriebsbedingungen gelten, muss die durch die radialen Kanäle 36 tretende Luft überall mit gleicher Temperatur der Heizfläche 25 zuströmen. Diese Forderung lässt sich erfüllen, wenn der Spalt 35 zwischen den beiden Mantelstücken 21 und 22 dem Temperaturfeld in der Hülle 2 entsprechend solcherart angeordnet wird, dass die Temperatur der Luft, die dem Spalt 35 zugeführt wird, im wesentlichen gleich gross ist wie die mittlere Temperatur der Hülle 2 am Spalt 35. Da ein radialer Wärmefluss in der Hülle 2 herrscht, ist die Temperatur an der am Spalt 35 liegenden Oberfläche des Mantelstücks 22 rund 10 K grösser als die Lufttemperatur, während die gegenüberliegende Oberfläche des Mantelstücks 21 eine entsprechend tiefere Temperatur aufweist. Bei dieser Anordnung des Spaltes 35 verändert sich die Temperatur der Luft

beim Transport zu den einzelnen Kanälen 36 des Mantelstücks 22 nicht und somit tritt die Luft überall mit gleicher Temperatur in diese Kanäle 36 ein.

Die radialen Luftkanäle mit beispielsweise kreisförmigem Querschnitt, die mit Vorteil alle den gleichen Durchmesser aufweisen, sind in axialen Reihen 36' (siehe Fig.4) angeordnet. Auch die Luftzufuhrleitungen 12 (Fig.3), welche die Verbindung zwischen den axialen Kanälen 37 und den Brennstoffzellen herstellen, sind ebenfalls in axialen Reihen ausgerichtet, wobei diese Reihen gegenüber den Reihen 36' versetzt angeordnet sind und zwar so, dass die Reihe 36' auf der einen Seite des axialen Kanals 37 und die Reihe der Luftzufuhrleitungen 12 auf der anderen Seite desselben Kanals 37 angeordnet sind. Dadurch ergibt sich eine maximale Verweilzeit der Luft an der Heizfläche 25. Jedem Luftkanal 36 sind die Luftzufuhrleitungen 12 jeweils einer Gruppe von Brennstoffzellen 10 zugeordnet. Dabei ist die Anzahl der Zellen pro Gruppe jeweils gleich gross, beispielsweise 5.

Die Temperatur der Luft, die über die Leitungen 12 den Brennstoffzellen 10 zugeführt wird, ist in beschränktem Masse steuerbar, wenn das zweite Mantelstück 22 drehbar ausgebildet wird. Durch Drehung der radialen Kanäle 36 gegen die zugeordneten Luftzufuhrleitungen 12 kann die Verweilzeit der Luft im axialen Kanal 37 und damit die Wärmeaufnahme verringert werden. Beispielsweise kann die Bodenisolation 26 zweiteilig mit einem um die Stapelachse drehbar ausgebildeten Teil 26a ausgeführt werden, wobei dieses Teil 26a mit dem zweiten Mantelstück 22 in fester Verbindung stehen soll. Das Mantelstück 22 soll dabei mit der radialen Wand 24a nur in berührendem Kontakt stehen, sodass eine Drehbewegung gegenüber dieser stationären Wand möglich ist. Die Drehbewegung kann beispielsweise mit einer Friktionsrolle 27 und einem Antrieb 28, die an der Unterseite der Bodenisolation 26a angeordnet sind (siehe Fig.2), ausgeführt werden.

Die wärmedämmenden Teile (21, 22, 26) der Hülle werden mit Vorteil auf eine vom Ofenbau her bekannte Art aus einer keramischen Masse gefertigt. Die äussere Schicht 20 der Hülle kann mit zusätzlichen wärmedämmenden Lagen 201, 202 und 203 (siehe Fig.4) ausgestattet werden, die entsprechend der Temperatur der sich erwärmenden Luft verschieden dick ausgebildet sind. Der erste Hohlraum 31, 32 kann durch Hinzunahme eines radialen Spaltraums 31a bei der Bodenplatte 20b erweitert werden. In diesem Fall befindet sich der Luftzufuhrstutzen 30 im mittleren Bereich des Hüllenbodens. Wie in Fig.5 gezeigt ist, kann der Ringspaltkanal 31 mit einer zylinderförmigen Wand 20a in zwei prallele Teilräume 31c und 31d unterteilt werden. Die Luft 50 wird oben über einen ringförmigen Verteilkanal 31b dem Teilraum 31c



zugeführt; sie tritt unten in den zweiten Teilraum 31d über. Mit dieser Unterteilung des äusseren Hüllenhohlraumes ergibt sich eine verbesserte Abschirmung des radialen Wärmestroms. Auch bei der Ausführungsform gemäss Fig.5 kann ein zusätzlicher Spaltraum 31a wie bei jener gemäss Fig.4 vorgesehen werden. In diesem Fall ist eine zweite, wie in Fig.4 an der Bodenplatte 20b angeordnete Luftzuführung 30 nötig.

Bei der Beschreibung der erfindungsgemässen Vorrichtung ist der Einfachheit halber beispielsweise von Bodenplatte oder Bodenisolation gesprochen worden. Tatsächlich lässt sich aber diese Vorrichtung bezüglich dem Schwerfeld beliebig orientieren. So kann auch beispielsweise die Achse der Vorrichtung horizontal gerichtet sein oder die Bodenplatte 20b kann oben, der Abzug 13 unten liegen.

Um die Wirkungsweise der erfindungsgemässen Vorrichtung hinsichtlich der Wärmedämmung durch deren Hülle zu veranschaulichen, werden nachfolgend die thermischen Verhältnisse für ein Beispiel beschrieben, das eine Versuchsvorrichtung betrifft:

Der Stapel 1 umfasst 40 Zellen und weist eine Höhe von 40 cm auf. Die Hülle ist gemäss Fig.1 aufgebaut. Das elektrochemisch aktive Element der Brennstoffzelle 10 mit einem Durchmesser von 12 cm erzeugt einen elektrischen Strom von 30 A bei einer Spannung von 0.5 V; somit beträgt die durch die ganze Batterie erzeugte elektrische Leistung 600 W (alle Zahlen sind gerundet). Dabei wird Wasserstoff bei einem Massenstrom von 0.02 g/s als Brennstoff 40 verwendet. Für die Luft 50 wird ein Massenstrom von 2 g/s benötigt. Nur die Hälfte des Brennstoffs wird beim elektrochemischen Prozess genutzt. Das Abgas 60 tritt beim Abzug 13 mit einer Temperatur von 500 °C aus. Der Wirkungsgrad bezüglich der elektrischen Leistung beträgt 20%.

Beim Durchströmen des äusseren Hüllenhohlraums 31, 32 erwärmt sich die Luft 50 von der Umgebungstemperatur auf 100 °C. Im Abgaswärmetauscher nimmt die Temperatur der Luft um 300 K zu, sodass die Eintrittstemperatur bei den radialen Kanälen 36 des Mantelstücks 22 400 °C beträgt. Beim Transport durch diese Kanäle 36 erhöht sich die Temperatur um weitere 100 K. Sodann wird die Luft durch die Heizfläche 25, deren Temperatur 800 °C ist, auf 700 °C aufgeheizt, und mit dieser Temperatur tritt die Luft schliesslich durch die Zufuhrleitungen 12 in die Brennstoffzellen ein. Die Luft hat beim Durchtritt durch die Hülle eine Erwärmung erfahren, die einer Heizleistung von 1500 W entspricht. Durch den Abgaswärmetauscher 24' sind dabei rund 600 W aufgebracht worden; somit trägt das übrige Kanalsystem der Hülle 2 zur Erwärmung 900 W bei. Mit diesem

Betrag ist die Wärmemenge gegeben, die pro Sekunde durch die Luft aus der Hülle zu den Brennstoffzellen zurückgeführt wird. Die dem Abgasstrom entsprechende Wärmeleistung beträgt rund 1200 W; gleich gross ist dabei der Wärmeverlust durch die Hüllenoberfläche. Indem die äussere Hüllwand 20 mit Wärmedämmschichten (gemäss Fig.4) versehen wird, kann der Wärmeverlust weiter - beispielsweise auf 500 W - reduziert werden. Im Hinblick auf die kommerzielle Verwendung der Brennstoffzellen kann der Wirkungsgrad auf 50% gesteigert werden, wenn neben verschiedenen Verbesserungen dafür gesorgt wird, dass 85% des Brennstoffgases für den stromliefernden Prozess und nur 15% für die Nachverbrennung genutzt wird. In diesem Fall steht einer elektrischen Leistung von 1500 W beispielsweise eine thermische Abgasleistung von 900 W und ein Wärmeverlust von 600 W entgegen.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung bestehend aus einem Stapel (1) von im wesentlichen zentralsymmetrischen Hochtemperatur-Brennstoffzellen (10), einer wärmedämmenden Hülle (2) und einem Nachverbrennungsraum (15) zwischen der zylindrischen Oberfläche des Zellenstapels (1) und der Hülle, wobei Luftzufuhrleitungen (12) zu den Brennstoffzellen an der zylindrischen Oberfläche des Zellenstapels angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülle (2) mehrschichtig ausgebildet ist und ein Kanalsystem (31-37) für einen Luftstrom aufweist, dass zwischen einer äusseren Wand (20), die eine erste Schicht der Hülle bildet, und den inneren Teilen (21-26) der Hülle ein erster Hohlraum (31, 32) liegt, in welchem eine Kühlung der Hülle durch Luft (50) erfolgt, und dass das dem ersten Hohlraum anschliessende Kanalsystem (33-37) für eine weitere Erwärmung der Luft vorgesehen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Luftzufuhrstutzen (30) an der äusseren Hüllwand (20) vorgesehen ist und dass dieser oder diese Stutzen (30) und die Übergangsstellen vom ersten Hohlraum (31, 32) zum inneren Kanalsystem (33-37) solcherart angeordnet sind, dass die zugeführte Luft (50) als Wärmesenke für die radial nach aussen fliessende Wärme wirkt.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Abzug (13) für die heissen Abgase (60) als Wärmetauscher (24') in die Hülle (2) integriert ist, mittels welchem Abwärme an die im ersten

Hohlraum (31, 32) vorgewärmten Luft übertragbar ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die inneren Teile der Hülle (2) durch ein erstes und ein zweites Mantelstück (21 bzw. 22) sowie eine Bodenisolation (26) gebildet sind, wobei das erste Mantelstück (21) und die Bodenisolation zusammen eine im wesentlichen luftundurchlässige zweite Schicht der Hülle bilden, das zweite Mantelstück (22), das innerhalb des ersten Mantelstücks und im Bereich des Nachverbrennungsraums (15) angeordnet ist, radiale Luftkanäle (36) aufweist und zwischen den beiden Mantelstücken ein Spalt (35) liegt, der mit der Austrittsstelle der Luftseite (33) des Abgaswärmetauschers (24) verbunden ist. 5 10 15
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Spalt (35) zwischen den beiden Mantelstücken (21, 22) dem Temperaturfeld in der Hülle (2) entsprechend solcherart angeordnet ist, dass die Temperatur der dem Spalt zugeführten Luft im wesentlichen gleich gross wie die mittlere Temperatur der Hülle am Spalt ist. 20 25
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Nachverbrennungsraum (15) und dem zweiten Mantelstück (22) eine Heizfläche (25) angeordnet ist, an der die durch die radialen Kanäle (36) zuströmende Luft im wesentlichen mit der bei der Verbrennung freigesetzten Wärme weiter aufgeheizt wird. 30 35
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Querschnittsflächen der radialen Luftkanäle (36) des zweiten Mantels (22) zumindest angenähert gleich gross sind und jedem Luftkanal (36) Luftzufuhrleitungen (12) jeweils einer Gruppe von Brennstoffzellen (10) zugeordnet sind, wobei die Anzahl der Zellen pro Gruppe jeweils gleich gross ist. 40 45
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die radialen Luftkanäle (36) und die Luftzufuhrleitungen (12) in axial ausgerichteten und gegen einander versetzten Reihen (36') angeordnet sind und dass axiale Rippen (25a) auf der Heizfläche (25) den Luftraum in axiale Kanäle (37) unterteilen, wobei die radialen Luftkanäle (36) und die zugeordneten Luftzufuhrleitungen (12) mit demselben Kanal (37) in Verbindung stehen. 50 55

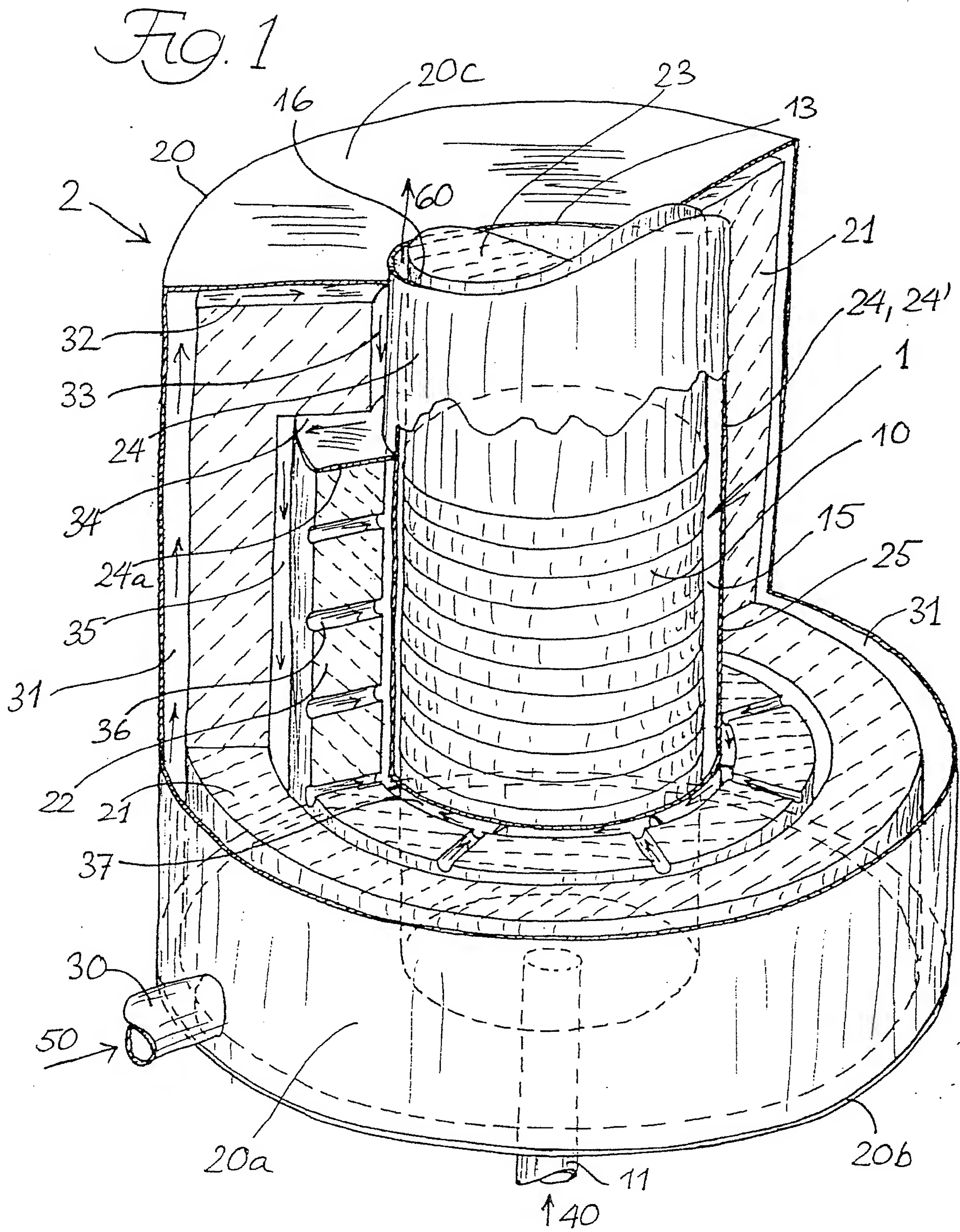
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Mantelstück (22) um die Stapelachse drehbar ausgebildet ist.

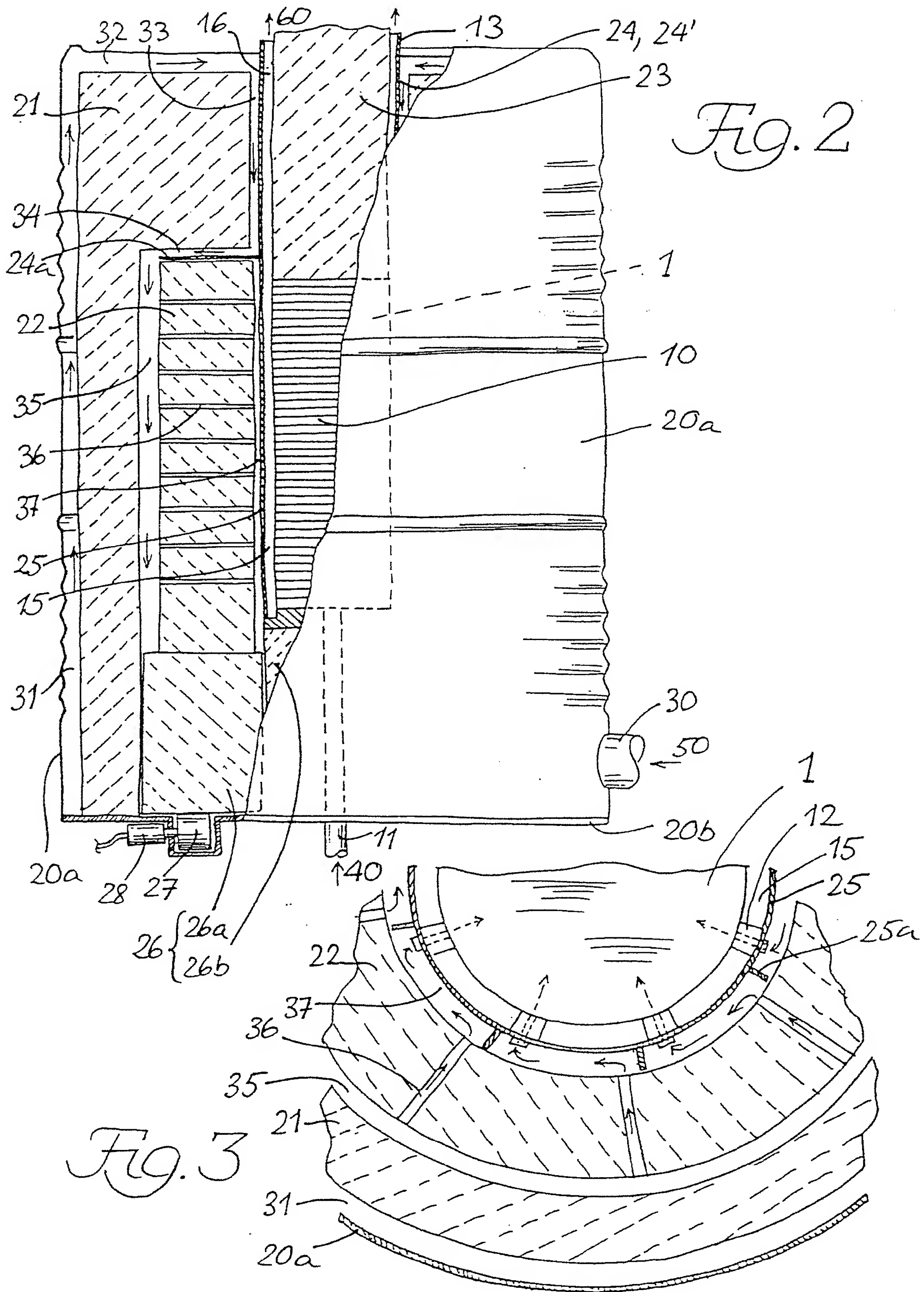
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Bodenisolation (26) ein drehbar ausgebildetes Teil (26a) aufweist und dass dieses Teil mit dem zweiten Mantelstück (22) in fester Verbindung steht.

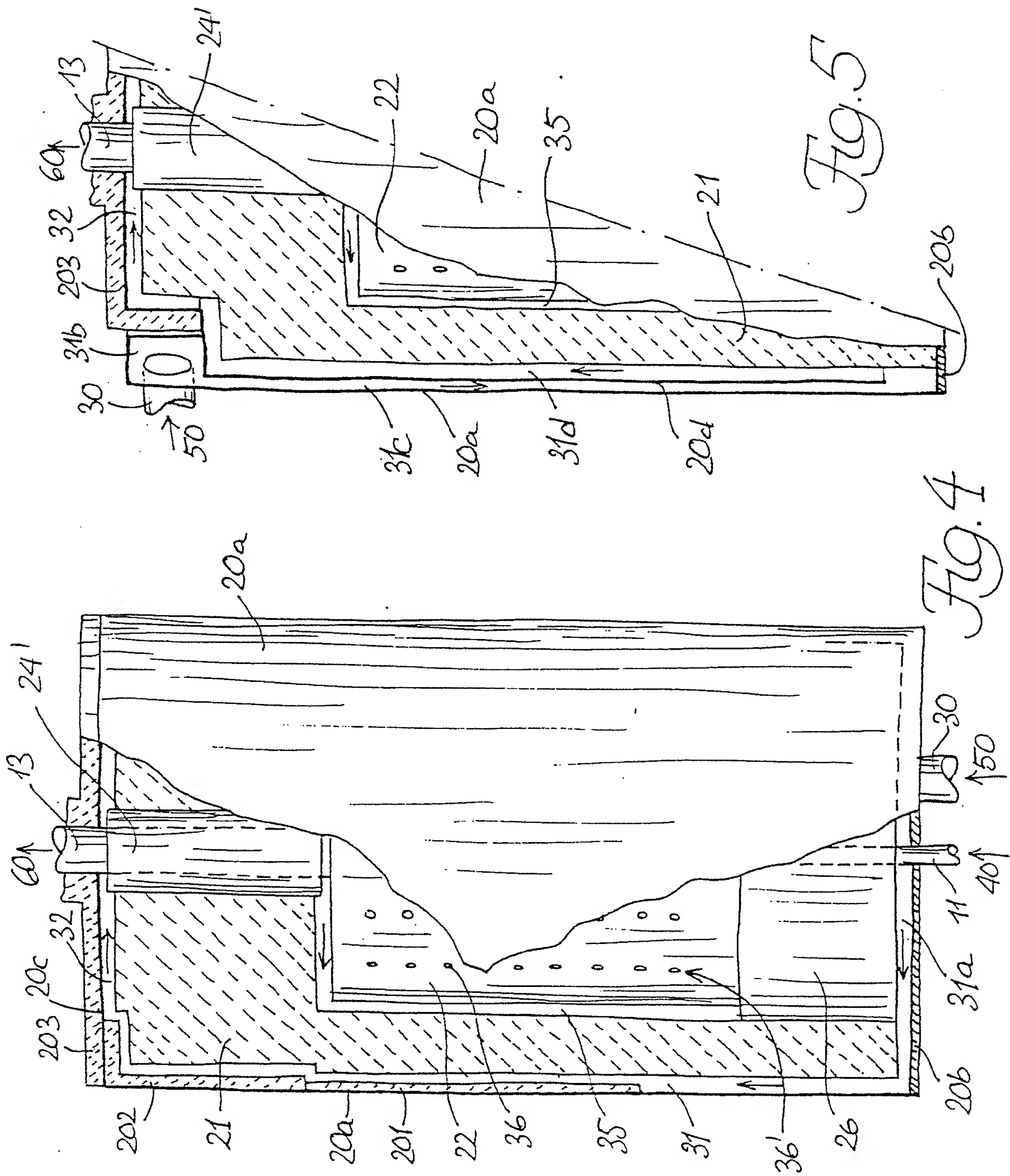
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die inneren Teile (21,22,23,26) der Hülle zumindest teilweise aus einer wärmedämmenden, keramischen Masse gefertigt sind.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die wärmeübertragende Fläche (24) des Abgaswärmetauschers (24') und die Heizfläche (25) des Nachverbrennungsraums (15) im wesentlichen zwei Teilstücke eines axialen Rohres sind.













Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 81 0572  
Seite 1

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no. 385 (E-668)(3232) 14. Oktober 1988 & JP-A-63 128 559 ( MITSUBISHI HEAVY IND LTD ) 1. Juni 1988 * Zusammenfassung *	1,2,3	H01M8/24 H01M8/04 H01M8/12
Y	US-A-3 377 203 (HANS-HEINRICH MÖBIUS ET ALL) * Spalte 5, Zeile 27 - Zeile 45; Abbildung 1 *	1,2,3	
Y	EP-A-0 355 420 (FUJI ELECTRIC CO) * Spalte 13, Zeile 54 - Spalte 14, Zeile 2; Abbildungen 10A-10B *	1,2,3	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no. 174 (E-612)(3021) 24. Mai 1988 & JP-A-62 283 570 ( MITSUBISHI HEAVY IND LTD ) 9. Dezember 1987 * Zusammenfassung *	1	
A	WO-A-8 606 762 (HSU MICHAEL) * Seite 19, Zeile 13 - Zeile 21; Abbildung 10 *	1	
A	EP-A-0 450 336 (MITSUBISHI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) * Anspruch 1; Abbildung 8 *	1	
A	EP-A-0 377 151 (ASEA BROWN BOVERI AG) * Spalte 3, Zeile 11 - Zeile 46; Abbildung 1 *	1	
A	US-A-3 485 676 (JAMES E. HODGSON) * Spalte 7, Zeile 8 - Zeile 14; Abbildung 1 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 01 MAERZ 1993	Prüfer D'HONDT J.W.
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 01.82 (P0401)



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 81 0572

Seite 2

### EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	EP-A-0 490 808 (GEBRÜDER SULZER AKTIENGESELLSCHAFT) ---		
D,A	EP-A-0 437 175 (GEBRÜDER SULZER AKTIENGESELLSCHAFT) -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 01 MAERZ 1993	Prüfer D'HONDT J.W.
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P0403)